

# CONSTITUTION FOR OPTICAL AMPLIFIER OR BRANCHING/INSERTING UNIT FOR WAVELENGTH MULTIPLEXING LIGHT NETWORK, AND METHOD FOR CONTROL THEREOF

Publication number: JP2002246986

Publication date: 2002-08-30

Inventor: SAKANO SHINJI; NAKANO HIROYUKI

Applicant: HITACHI LTD

Classification:

- International: H01S3/06; H01S3/10; H04B10/04; H04B10/06; H04B10/14; H04B10/16; H04B10/17; H04J14/00; H04J14/02; H01S3/06; H01S3/10; H04B10/04; H04B10/06; H04B10/14; H04B10/16; H04B10/17; H04J14/00; H04J14/02; (IPC1-7): H04B10/17; H01S3/06; H01S3/10; H04B10/04; H04B10/06; H04B10/14; H04B10/16; H04J14/00; H04J14/02

- European:

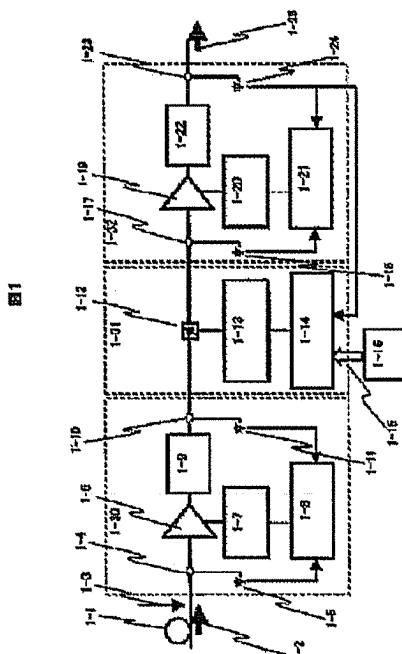
Application number: JP20010036307 20010214

Priority number(s): JP20010036307 20010214

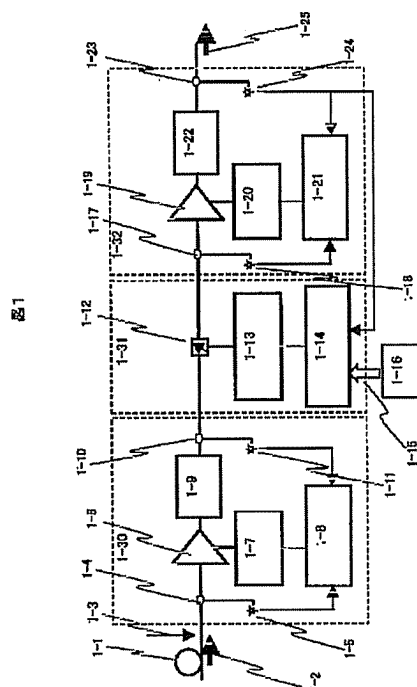
Report a data error here

## Abstract of JP2002246986

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a stably optical channel output level so as to absorb loss change by an optical output level per optical channel, while avoiding the light output of a retrained optical channel from becoming suddenly abnormally large, even if the number of wavelengths is abruptly changed in a wavelength multiplexing light network, and to provide a high quality stable optical output at each optical channel for increasing or decreasing to install the number of the wavelengths to be branched and inserted. **SOLUTION:** The wavelength multiplexing optical amplifier for the optical network is made to control with a fixed gain and control variable optical attenuator for changing the light level, without having wavelength dependence. The amplifier always controls at a fixed attenuation amount, and controls to change the attenuation amount so as to obtain a desired optical level under a negative feedback control from an output monitor only when accurate number-of-wavelengths information is input. A wavelength unit branching/inserting unit applies control to the level control of a passing signal light. The branching/inserting unit, having a mechanism for controlling at a constant insertion signal light level without wavelength dependence and a multiplexing mechanism of the inserting light and passing light signal without wavelength dependence increases or decreases to install the optical channel of branching/inserting without on site adjustments.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



【特許請求の範囲】

【請求項1】光増幅器を有する波長多重光ネットワークにおいて、波長多重された光信号を増幅する増幅部は常時利得一定制御を行い、通常は波長多重された光信号のレベルを調節するために使用される光増幅器の内部に設置された可変光減衰器の減衰量を固定値に設定する制御を行い、制御情報として波長数情報が入力されたときにのみ可変光減衰器の設定値が光減衰器の光減衰量を反映した特定の場所の光出力モニタの値が波長数情報から与えられる所定の値になるように光減衰量調節を行い、その後、次の波長数情報が入力されるまで光減衰量をその調節で得られた状態に固定する光増幅器に内部の光減衰器の制御方法。

【請求項2】光増幅器を有する波長多重光ネットワークにおいて、分岐挿入器において通過波長多重光信号のレベルを調節するために使用される分岐挿入器内部に設置された可変光減衰器の減衰量を通常は固定値に設定する制御を行い、制御情報として波長数情報が入力されたときにのみ可変光減衰器の設定値が光減衰器の光減衰量を反映した特定の場所の光出力モニタの値が波長数情報から与えられる所定の値になるように光減衰量調節を行い、その後、次の波長数情報が入力されるまで光減衰量をその調節で得られた状態に固定する光減衰器の制御方法。

【請求項3】波長多重光ネットワークにおいて、波長多重された光信号の中から所望の波長を有する光信号を分岐し、その波長と同じ光信号を挿入する光波長単位の分岐挿入器において、分岐部には波長を任意に組み合わせる波長分岐を波長単位に挿入できるような構成をとり、通過波長信号に対しては光分岐の挿入数に応じて可変波長減衰器で所望の光レベルになるように光レベルを減衰する帰還機能をが利用可能で、挿入部には挿入光信号数と同じ光入力とその光入力を各々光信号を所望の値にする可変光減衰器、または光増幅器を有し、挿入光信号を合波するための波長依存性のない光合波器により挿入光信号を束ね、さらに、束ねられた挿入光信号と通過波長信号を合波するための波長依存性のない合波器によりなる、任意波長組み合わせが可能で光信号レベルを出力側で揃えることが可能な分岐挿入器。

【請求項4】光信号分岐挿入器に分岐光の通過波長信号側への漏れを抑えるために分岐には誘電体多層膜フィルタ、漏れ光の遮断にはファイバブラググレーティングを用いた特許請求項3の分岐挿入器。

【請求項5】通過光の減衰量を波長数情報が入力されたときにこれをトリガとして通過波長信号が波長数に対応する所定の光レベルになるように制御し、その後、次の波長数情報が入力されるまでその光減衰値で固定すると共に、挿入光信号については光出力が一定になるように帰還制御する、自動光レベル設定機能を有する特許請求項3の分岐挿入器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は波長多重光ネットワークに係り、特に光増幅器を有する構成において光レベル制御機能と波長平坦性を合わせて持ち、より安定した伝送品質を提供する光増幅器と分岐挿入器の構成と制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】光ファイバ増幅器を用いた波長多重光ネットワークでは光ファイバ増幅器が複数の波長の光信号を容易に一括して増幅できることから、低コストな損失補償技術として長距離伝送や波長多重の合波損失補償に光ファイバ増幅器を利用する。しかし、光ファイバ増幅器の利得は波長依存性があるため、複数の波長の光信号を増幅する場合には波長の平坦化技術が必要となる。光ファイバ増幅器の波長依存性は利得に強く依存するため、波長平坦化は特定の利得条件で波長依存性を補償するための平坦化フィルタを用いて実現する。

【0003】光ファイバ増幅器の特定の利得条件を得るためには、利得一定制御を行えばよいのであるが、光伝送では光レベルが伝送路損失に依存するため、利得一定制御のみでは光出力値が一定にならない。伝送路損失の如何によらず光出力を一定に保つには出力一定制御を行えばよいのであるが、それでは、伝送路損失によって光入力が変わるため、光入力と光出力である利得が変化する。この両者を満足するための一手法として光ファイバ増幅器は利得一定制御を行い、光減衰器と組み合わせる事で光レベルを調整する手法がとられた。光増幅器と異なり、光減衰器は減衰量が変わっても波長依存性が変わらないため、光ファイバ増幅器の利得が一定制御下で光出力一定になるように光減衰器で光入力が一定になるように光のレベル調節を行うものである。

【0004】上記光出力は通常波長多重化された状態で光モニタを行うために多重化された波長数にとチャンネル（波長）毎の光出力の総和値をモニタする。実際求められる制御は光信号の品質を保つために光チャンネル当たりの光出力レベルが常に設定値になることである。総和の光出力レベルをモニタする手法は簡単で低コストであるが、制御では光チャンネルでの光出力レベルを得るために波長数情報が必要になる。波長数情報を与えて総和出力モニタ値を割り、チャンネル当たりの光出力が一定になるように負帰還制御を行った。

【0005】ところが実際の波長数が波長多重に挿入される前の光入力が断線などで急に減少し、制御に使われる波長数情報と実際の波長数に差を生じると光チャンネル当たりのレベルが求められる値からずれるという現象があった。例えば、ある一つの波長の光チャンネルが分岐挿入ノードで挿入されるケースで挿入前に15波長多重されている状態でその1チャンネルを挿入し16波長になる場合を例にとる。その15波長の光入力が断断すると当初

16波長多重されていた状態から挿入された1波長に減る。このとき総和モニタ出力が16波長分の設定になっていると、残された1波長の光出力が16波長総和と光出力と同じになるように制御をかける。その結果、残された光チャネルの光出力は求められる値の16倍の光出力となるように制御される。このように出力一定制御では場合によっては受信器を破壊危険性があった。また、波長多重光ネットワークにおける分岐挿入部においては限られた波長の分岐挿入を行う装置において任意の波長を組み合わせる分岐挿入を行う場合には分岐挿入される光チャネル信号と通過光チャネルの光レベルを合わせるためには必要なときに任意の波長の分岐挿入フィルタを挿入する必要がある。このときに追加フィルタにより通過波長信号のレベルが変化し、現地で調節する必要があった。さらに、挿入光チャネルにおいては、波長依存性がないように波長依存性のない合波器を使用すると、波長分岐からの分岐光の漏れが挿入部では遮断されないため、漏れ光と挿入光でコヒーレントクロストークを生じ、伝送品質が劣化した。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は波長数が増加した場合に残された光チャネルの光出力が異常に大きくなることを回避しながら、光チャネル当たりの光出力レベルが損失変動に対してはその変動を吸収するように安定した光チャネル出力レベルを提供することである。また、分岐挿入する波長数の増設もしくは減設に対して高い品質で安定して揃った光チャネル毎の光出力を有する分岐挿入器を提供することである。さらに、分岐挿入の構成を変更した場合に自動的にその損失変動を吸収することにある。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】光伝送システムネットワーク内の波長多重光を増幅する光増幅器は利得一定制御を行うとともに、いつもは波長多重信号のレベル調節用の光減衰器の減衰量を固定する。いつもは利得一定制御と光減衰器の減衰量が固定されているため、例えば光チャネル数が増加しても総和光レベルを制御に利用しないため、光チャネル当りのレベルダイヤは変動しない。確実な波長数情報が得られたときにのみ、可変光減衰器からの波長多重光のモニタ値がその波長数情報の波長時の所定のモニタ値になるようにその光減衰器の減衰量を調節する。そうすることで光ファイバ伝送路などで生じる光損失変動等により引き起こされる光レベル変動を吸収する。その後再び光減衰器の減衰量を固定するのであるがその固定値は光レベル変動を吸収したときの値とする。そのようにすることで再び光減衰器の値が一定となるので波長数が増加しても光チャネル当たりのレベルが変化することはなくなる。

【0008】波長数変動に伴う光チャネルレベルの変動はモニタ値負帰還制御を行っているときに波長数情報と

実際の波長数に差を生じた時に生じるのであるが、本手法によればモニタ負帰還制御の頻度を少なく、かつ制御そのものの時間も短くするので波長数情報と実際の波長数が増える状態でモニタ負帰還制御を行う危険度が大幅に減少する。また、損失変動は季節の変化に伴う温度変化に起因したり、光部品や光コネクタの接合や光伝送路の経時変化というように非常に緩やかなものであり、モニタ負帰還の頻度は秒オーダーで充分である。

【0009】光ネットワークの伝送路にノードを追加したり、あるいは光チャネルの追加のための変更を加えるなどして損失が増加した時には、波長数情報を与えて一度モニタ負帰還を行うことで、損失変動の補正ができる。分岐挿入の波長組み合わせを行うにあたり、分岐側には任意の波長の分岐フィルタを挿入できるようにして、通過信号光に対しては分岐挿入器の光チャネルの光レベルが所望の値になるように可変光減衰器で調節し、挿入信号に対しては波長依存性をもたず光減衰器または光増幅器で所望の光レベルになるように制御する挿入部と波長依存性のない合波器で挿入信号光と通過波長信号を合波する。挿入信号には任意波長信号を接続することができる。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】図1は本発明を波長平坦化波長多重光増幅器構成への適用した例を示したものである。構成に合わせて、各部の機能を説明する。入力側接続光ファイバ1-1からの波長多重光入力1-2は、光入力モニタ用タップカプラ1-4で一部の光が分岐され、光入力モニタ1-5に達する。メインの光信号は前段光増幅部1-30の中心の機能である光増幅を行う前段光ファイバ増幅器1-6で増幅され、波長平坦化フィルタ1-9で前段光ファイバ増幅器1-6で生じる利得の波長依存性を補正し、前段光ファイバ増幅器光出力用モニタカプラ1-10で一部のモニタ光が分岐され、残りの主な増幅信号光は可変減衰器型光レベル調節部に結合する。前段光ファイバ増幅器光出力用モニタカプラ1-10で一部のモニタ光は光出力モニタ1-11に達して出力レベルがモニタされる。前段光増幅部1-30では光入力の如何によらず波長依存性を一定に保つため、利得一定制御を行う。光利得制御では光入力モニタ1-5の光レベルと光出力モニタ1-11の光レベルから利得検出一定制御回路1-8で両者の相対的な比をである利得の検出演算を行い、これが常時一定になるように励起LD制御回路1-7へ制御信号を流し、前段光ファイバ増幅器1-6の増幅率を決める励起LDの出力を制御する。また、後段光増幅部1-32においても前段光増幅部1-30と同様に利得一定制御を行う。可変減衰器型光レベル調節部1-31からの波長多重光入力1-17で一部の光が分岐され、光入力モニタ1-18に達する。メインの光信号は後段光増幅部1-32の中心の機能である

光増幅を行う後段光ファイバ増幅器 1-19 で増幅され、波長平坦化フィルタ 1-22 で後段光ファイバ増幅器 1-19 で生じる利得の波長依存性を補正し、後段光ファイバ増幅器光出力用モニタカプラ 1-23 で一部のモニタ光が分岐され、残りの主な増幅信号光は波長多重光出力 1-25 として出力される。光出力用モニタカプラ 1-23 で一部のモニタ光は光出力モニタ 1-24 に達して出力レベルがモニタされる。後段光増幅部 1-32 では光入力の如何によらず波長依存性を一定に保つため、利得一定制御を行う。光利得制御では光入力モニタ 1-18 の光レベルと光出力モニタ 1-24 の光レベルから利得検出一定制御回路 1-21 で両者の相対的な比をである利得の検出演算を行い、これが常時一定になるように励起 LD 制御回路 1-20 へ制御信号を流し、後段光ファイバ増幅器 1-19 の増幅率を決める励起 LD の出力を制御する。

【0011】上記のようにして、前段と後段の光増幅部で利得一定制御を行うことにより、波長平坦化した状態で光増幅を行う。ところが光伝送では伝送路区間損失は必ずしも一定でなく光入力変動 1-3 を生じる。入力変動 1-3 に対しても光伝送特性上は波長多重光出力 1-25 の光チャンネル当りの光出力を一定に保つことが望ましい。このため、前段後段の光増幅部の間に可変減衰器型光レベル調節部 1-31 を挿入する。前段光増幅部 1-30 からの波長多重光信号は可変減衰器 1-12 で光レベルを調節する。可変減衰器 1-12 は光減衰量に依らず波長依存性は一定であるため、光レベルを変えても波長平坦性が変化することがない。この光減衰器と利得一定制御の光増幅部を組み合わせることにより、波長平坦性を保ちながら光チャンネル当りの光出力を一定に制御できる。可変減衰器 1-12 の制御においていつもは減衰量一定制御・現推量変更回路 1-14 から減衰量を一定に保つように中間光減衰器制御回路 1-13 に指示される。この状態では、波長多重光増幅器全体で光入出力の利得関係は一定に保たれるため、仮に波長数が変動しても個々の光チャンネルの利得は変わらない。

【0012】図 2 に波長数をトリガにした自動光出力制御方式の相関を示す。温度環境変化やファイバ伝送路劣化やあるいは光コネクタ接続状態の変化に伴う光入力変動 1-3 を損失変動として一例を示す。また、実チャンネル数とは入力される波長多重信号の前段までの光チャンネルの増設や減設、何かの事故による波長数変動として初期が 5 チャンネル、一時的に 4 チャンネル、一気に 2 チャンネル増えて 6 チャンネルに変化を想定した場合を示す。光チャンネル情報 1-15 が入力されないときには減衰量一定制御・減衰量変更回路 1-14 では自動比光出力一定制御が off で、光減衰器 1-12 は一定の減衰量を保持する。この状態で①のように波長数が減少しても波長多重信号のトータル光出力を示す、光モニタ出力値は波長数減少分減るが、平均光チャンネル光出力は保持される。

このように、光減衰器 1-12 の減衰量を保持すると波長数変動耐力が得られるが、②光入力変動 1-3 に対応した平均光チャンネル光出力の減少が生じる。

【0013】光チャンネル数情報 1-15 は前段中継までの波長数情報あるいは NE-OpS (網装置管理操作システム) からシステム全体の光チャンネル情報を集計して監視制御系 1-16 から入力するか、場合によっては自ノードに波長数測定系がありその情報を監視制御系 1-16 から入力することを示す。この情報は波長数が変化して即座に通知できるものではないのが、特にこだわる必要はなく、その時点の光チャンネル情報 1-15 を正確にその光増幅器に入力される実光チャンネル数に合わせる事が重要となる。波長数情報の検出から通知までの時間を短くすることにより、波長数情報 1-15 を得て減衰量一定制御・減衰量変更回路 1-14 で減衰量変更を行う時点での実光チャンネル数と波長数情報のミスマッチによる制御誤りの発生を極力減らすことができる。波長数情報 1-15 が入力されると、減衰量一定制御・減衰量変更回路 1-14 は減衰量の変更を行う。即ち、光入力変動 1-3 に伴う、光レベルの変化の補正を行うために、③波長数に応じた出力値に一致するように自動光出力一定制御 (ALC) を on して光出力モニタ 1-24 の出力が所定の値になるように光減衰器制御回路を調整して、可変減衰器 1-12 の減衰量を調整する。このとき、光入力変動に伴う平均光チャンネル光出力の減少が補正される。その後即座に自動光出力一定制御を off して、補正で得た光減衰器 1-12 減衰量を保持する。平均光チャンネル光出力の破線は補正を行わない場合であるが、このときには光入力変動 1-3 が平均光チャンネル光出力 1-25 に反映され、伝送品質を劣化させることになるが、波長数情報 1-15 トリガによる補正を行うことで改善される。補正後に再び、④光減衰器 1-12 の減衰量を固定すると①と同じように実光波長数が突然 4 から 6 に変化しても、平均光チャンネル光出力はほぼ一定に保たれる。

【0014】図 3 は本発明をチャンネル単位分岐挿入構成への適用した例を示したものである。構成に合わせて、各部の機能を説明する。入力側接続光ファイバ 2-1 からの波長多重光入力 2-2 は、受信用光増幅器 2-3 で例えば最初の実施例の光増幅器制御により、光出力を補正した光出力を得られる。10 Gbit/s のような高速変調信号を波長多重信号が含む場合には受信側光増幅器 2-3 には分散補償光部品 2-4 が結合される。受信光増幅部 2-31 で伝送損失や分散の補償を受けた波長多重信号は光チャンネル単位分岐部 2-32 で特定の波長の光信号例えば波長  $\lambda_j$  分岐フィルタ 2-5 により被分岐波長  $\lambda_j$  光信号 2-6 のみが分岐され、通過信号光は残りは通過する。このとき、10 Gbit/s のような高速では分岐時の波形劣化を防止するためには集中的数  $\mu m$  で光分離する誘電体多層膜フィルタを分岐に使用するとよい。

また、後段では分岐光信号と同じ波長の光信号を挿入するのであるが、後述するように、挿入部は波長依存性を持たないため分岐光の漏れ光との干渉によるコヒーレントクロストークを生じる危険性がある。このため、分岐フィルタからの漏れ40dB程度遮断するために、通過側にファイバブラググレーティングを挿入すとい。

【0015】光チャネル単位分岐部2-32からの通過波長多重光信号は通過信号レベル調節部2-33に結合する。通過信号は可変光減衰器2-10により所望の光レベルに減衰を受けるのであるが、通常は減衰量は一定制御される。監視制御系2-14から波長数情報2-13が入力された時にのみ、可変光減衰器の出力し通過光チャネル波長波長多重光出力モニタ用タップカブラ2-15で分岐された光信号の一部を光出力モニタ2-16でモニタし、その検出レベルが減衰量一定制御・減衰量変更回路2-12に入力されて、入力された波長数情報2-13から波長数に応じた設定レベルにモニタがなるように光減衰器制御回路2-11を制御して、可変光減衰器2-10の設定を変更する。その後、再び減衰量を固定する。本機能の利用方法は、初期には波長λj分岐フィルタ2-5のみを挿入して被分岐波λj光信号を得るが、その後、波長λi分岐フィルタ2-7を挿入して被分岐波長λi光信号を得る。この時、通過光信号は分岐フィルタの挿入による損失変動を受け光レベル変化2-9を生じる。波長多重光伝送では各波長の光レベルを揃えることが重要であり、先の波長数情報2-13を通過信号レベル調節部2-33の制御部に通知することで、光出力モニタ2-16のレベルが一定になるように可変光減衰器2-10の減衰量を下げる。再び減衰量を固定（自動光出力一定制御off）することにより、先の例と同様に実波長数が変化しても、平均光チャネル光レベルが保たれ、変化しない。

【0016】通過信号レベル調節部2-33からの光信号は光チャネル単位挿入部2-34に結合する。挿入光として例えば波長λj挿入用光信号が入射すると光信号レベル調節用可変光減衰器2-19からの信号光の一部が挿入光信号出力モニタ用タップカブラ2-18で分岐され、光出力モニタ2-27でモニタされ、これが一定になるように可変減衰器2-19を制御する。この出力一定制御は挿入する波長を問わないため、現地での調整が不要である。別の挿入用ポートからも波長λi挿入用光信号が入射し、やはり、光信号レベル調節用光減衰器2-29と挿入光信号出力モニタ用タップカブラ2-23、光出力モニタ2-28により、光出力を所望の値に制御する。本実施例では可変光減衰器を用いる例を示したが、光増幅器を用いてその励起系に出力モニタのレベルを負帰還させる制御でも同様に波長依存性のない、自動レベル調整器を持つ挿入部が構成できる。その後、2つの挿入光は波長依存性のない挿入光信号合波カブラで合波され、さらに、通過光信号と挿入光信号合波

器2-22で合波される。挿入光まで波長多重された光信号は送信用光増幅部2-35に結合し、送信用光増幅器2-26で所望に値に増幅されて光出力レベルの揃った波長多重光出力2-30として光伝送路へ送出される。

#### 【0017】

【発明の効果】本発明によれば、波長多重時の波長数変化に伴う光チャネル毎のレベルの変動を抑えると共に光入力レベルの変動に対して、その変動を補正した光出力が得られるので光サージを防止してかつ高い伝送品質を安定に提供する波長多重ネットワークシステムが構成できる。また、任意の波長の光チャネル増減設が容易に可能となり、波長多重リソースの有効利用ができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】波長平坦化波長多重光増幅器構成への適用

【図2】波長数トリガ自動光出力制御方式の相關図

【図3】チャネル単位分岐挿入構成への適用

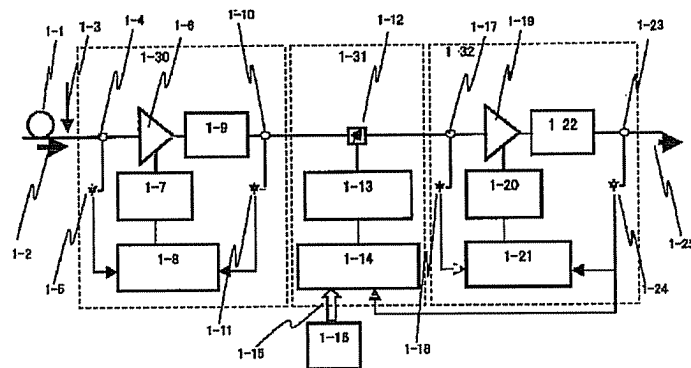
#### 【符号の説明】

1-1：入力側接続光ファイバ伝送路、1-2：波長多重光入力、1-3：光入力変動、1-4：光入力モニタ用タップカブラ、1-5：光入力モニタ、1-6：前段光ファイバ増幅器、1-7：励起LD制御回路、1-8：利得検出一定制御回路、1-9：波長平坦化フィルタ、1-10：前段光ファイバ増幅器光出力モニタ用タップカブラ、1-11：光出力モニタ、1-12：可変光減衰器、1-13：中間光減衰器制御回路、1-14：減衰量一定制御・減衰量変更回路、1-15：波長数情報、1-16：監視制御系、1-17：後段光ファイバ増幅器光入力モニタ用タップカブラ、1-18：光入力モニタ、1-19：後段光ファイバ増幅器、1-20：励起LD制御回路、1-21：利得検出一定制御回路、1-22：波長平坦化フィルタ、1-23：光出力モニタ用タップカブラ、1-24：光出力モニタ、1-25：波長多重光出力、1-30：前段光増幅部、1-31：可変減衰器型光レベル調節部、1-32：後段光増幅部、2-1：入力側接続光ファイバ伝送路、2-2：波長多重光入力、2-3：受信用光増幅器、2-4：分散補償光部品、2-5：波長λj分岐フィルタ、2-6：被分岐波長λj光信号、2-7：波長λi分岐フィルタ、2-8：被分岐波長λi光信号、2-9：光レベル変化、2-10：可変光減衰器、2-11：光減衰器制御回路、2-12：減衰量一定制御・減衰量変更回路、2-13：波長数情報、2-14：監視制御系、2-15：通過光チャネル波長多重光出力モニタ用タップカブラ、2-16：光出力モニタ、2-17：挿入光信号合波カブラ、2-18：波長λj挿入光信号出力モニタ用タップカブラ、2-19：波長λj光信号レベル調節用可変光減衰器、2-20：波長λj挿入用光信号、2-21：制御回路、2-22：通過光信号と挿入光信号合波器、2-23：波長λi挿入光信号出力モニタ用

タップカプラ、2-24:波長λi挿入用光信号、2-25:レベル制御回路、2-26:送信用光増幅器、2-27:光出力モニタ、2-28:光出力モニタ、2-19:波長λi光信号レベル調節用可変光減衰器、2-30:波長多重光出力、2-31:受信用光増幅部、2-32:光チャネル単位分岐部、2-33:通過信号レベル調節部、2-34:光チャネル単位挿入部、2-35:送信用光増幅部

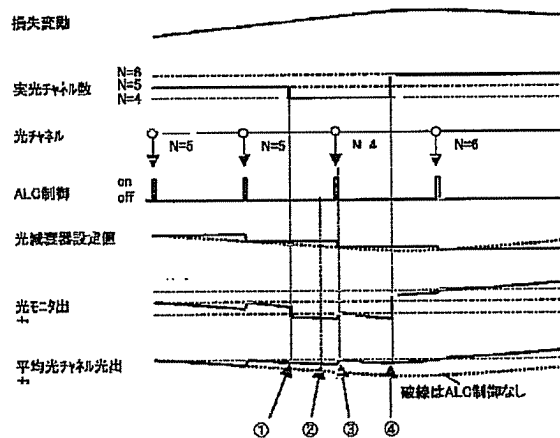
【図1】

図1



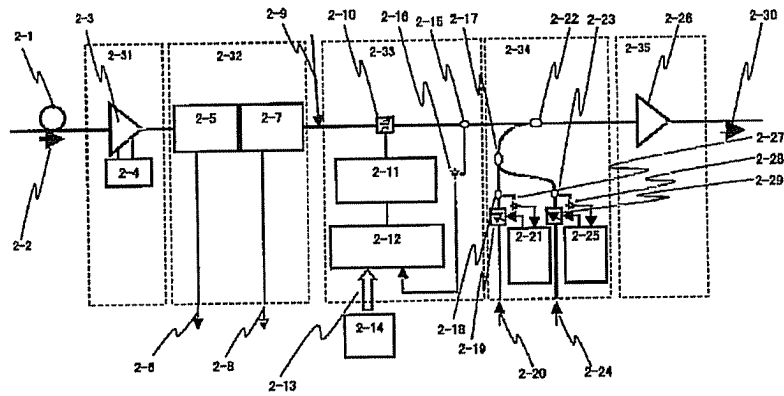
【図2】

図2



【図3】

図3



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

(参考)

H 0 4 B 10/06

10/04

H 0 4 J 14/00

14/02

Fターム(参考) 5F072 AK06 HH02 HH08 JJ05 KK30

MM01 MM18 PP07 QQ07 YY17

5K002 AA06 BA02 BA04 BA05 CA10

DA02 FA01 GA04